
RECEPCION DE BALASTOS PARA LAMPARAS
DE VAPOR DE MERCURIO

Ing. Mario E. Rosato

Serie II, n° 120

La lámpara de vapor de mercurio es una fuente de luz de descarga eléctrica. Como todas las de su tipo tiene características voltamper o resistencias negativas, debiendo funcionar, en consecuencia, con elementos limitadores de corriente, es decir, con balastos. Estos, utilizados en corriente alternada, pueden estar compuestos por transformadores, reactores inductivos o capacitivos o por resistores. Ellos son los que suministran los voltajes correctos de arranque y funcionamiento, limitando las correspondientes corrientes a un valor pre-establecido para cada tipo de lámpara, sirviendo a la vez como elemento de protección, y actuando, en cierto modo, como supresores de radiointerferencia.

Se conocen tres tipos característicos de balastos: el inductivo, que va conectado en serie con la lámpara, recomendado para usos en circuitos con buena regulación de voltaje de línea, el autotransformador, de alta reactancia, es utilizado donde el voltaje de línea es muy bajo y debe ser elevado para producir el correcto encendido y funcionamiento de la lámpara y por último, balasto de salida regulada o de potencia constante usado cuando es necesario estabilizar el voltaje, o cuando la tensión de línea es ligeramente baja, o donde se presume que puedan haber cambios graduales de tensión. En LEMIT se han realizado ensayos en balastos de tipo inductivo, conocido como reactor tipo o balasto simple.

PRECAUCIONES

Antes de entrar en la enumeración y discusión de los ensayos en sí, es necesario recordar que hay muchos factores que afectan los parámetros que pretendemos medir. Es de primordial importancia observar que esos factores se mantengan constantes durante el tiempo que dure el ensayo. Del fiel cumplimiento de estas observaciones, surgirán los valores correctos; de lo contrario, se obtendrán valores no representativos, que no serán reproductibles o comparables en condicio-

nes normales de ensayo. Las condiciones más importantes que afectan las características del conjunto balasto-lámpara, son:

1) Condiciones ambientales; 2) Temperatura ambiente; 3) Posición de la lámpara; 4) Características de la fuente de alimentación; 5) Estabilización de la lámpara; 6) Balasto y lámpara de referencia; 7) Conexiones del circuito de ensayo; y 8) Influencia de los instrumentos.

AMBIENTE DE ENSAYO

Los valores fotométricos y las características eléctricas de las lámparas de vapor de mercurio son sensibles a las variaciones de temperatura y al movimiento del aire que las rodea. Es importante extremar las precauciones para reducir al mínimo el movimiento del aire alrededor de la lámpara. Si se usan pantallas o cámaras pequeñas para lograr las condiciones aludidas anteriormente, es necesario verificar que la temperatura de la pared del bulbo de la lámpara no se eleve por sobre valores normales de funcionamiento.

TEMPERATURA

Las lámparas de bulbo simple, son muy afectadas por variaciones de temperatura; en cambio, las de doble bulbo lo son en menor proporción. Internacionalmente se ha adoptado como temperatura de ambiente de ensayo igual a $25\text{ C} \pm 1\text{ C}$ medida en los alrededores de la lámpara, a una distancia no mayor de 1,50 m y a la misma altura de ella. Se considera que a esa temperatura, todos los parámetros eléctricos y fotométricos de la lámpara, son los nominales para condiciones igualmente normales.

Durante los ensayos, la posición de la lámpara debe ser vertical. En casos particulares, cualquier otra posición será expresamente especificada.

FUENTE DE ALIMENTACION

Dos son las características fundamentales que debe poseer la fuente de alimentación. Una, la estabilidad de tensión y frecuencia; otra, la forma de onda. La estabilización de la tensión puede hacerse automática al $\pm 0,1\%$, o por regulación manual.

En este caso, al efectuar cada lectura se ajustará el valor nominal de la tensión al $\pm 0,2\%$. Este último método es el empleado por LEMIT.

La forma de onda debe ser prácticamente sinusoidal. Internacionalmente se acepta que la suma de los valores eficaces de las armónicas componentes, no exceda del 3% de la fundamental.

ESTABILIZACION

Antes de efectuar la medida de los parámetros característicos, es necesario esperar que la lámpara alcance temperatura y condiciones de funcionamiento estables. Esto se logra después de unos 15 minutos de encendida. Si por cualquier causa la lámpara se apaga, es necesario esperar hasta que se enfríe y reiniciar el procedimiento.

ELEMENTOS DE REFERENCIA

Cuando se desea obtener valores eléctricos y fotométricos reproducibles es necesario referirlos a un balasto llamado patrón o de referencia. En cambio, si se quiere obtener valores comparativos, es suficiente ensayar varios balastos en las mismas condiciones, con una única lámpara adoptada como de referencia.

En el primer caso, es imprescindible contar con un balasto de referencia, cuyo diseño y fabricación espe -

cial de acuerdo a norma, permita ensayar lámparas o balastos. Previamente debe seleccionarse una lámpara de referencia en concordancia con el balasto patrón que cumpla con las condiciones nominales de acuerdo a sus características.

Los balastos usados en la actualidad son fijos y están diseñados únicamente para trabajar en determinada tensión y frecuencia, y para una única potencia. Esto implica tener un balasto patrón para cada tipo de lámpara.

En los Estados Unidos, Anton Franke ha desarrollado un trabajo sobre las "Características de un balasto de referencia de impedancia variable". Este elemento está formado por arrollamientos independientes con un núcleo variable. Mediante la conexión de bobinas en serie, paralela o combinada, se pueden obtener distintos valores de impedancia que van desde 10 a 5.000 ohms. El factor de potencia se obtiene mediante el ajuste de una resistencia exterior conectada en serie con el balasto. Este balasto llena las necesidades actuales, dada la diversidad de tipos de lámparas a descarga existentes.

La lámpara patrón puede obtenerse por selección de una línea de producción, mediante el control de sus características nominales de acuerdo con un balasto referencial.

Se debe tomar la precaución de envejecer la lámpara unas 100 hs. para evitar cualquier tipo de inestabilidad que frecuentemente presentan en las primeras horas de su vida.

CONEXIONES DEL CIRCUITO

En la salida de la fuente de alimentación va conectado un transformador. Esto se hace a los efectos de separar eléctricamente el circuito de ensayo del de alimentación, pudiéndose colocar un punto del primero a tierra. Todos los instrumentos estarán colocados junto a esa toma de tierra, como medida de seguridad para el operador.

El voltímetro y la rama voltimétrica del watímetro, deben estar conectados junto a la lámpara; de esa manera será fácil descontar, al valor medido, el consumo propio de los instrumentos por la relación (U^2/R) tensión al cuadrado sobre la resistencia interna del instrumento.

Las precauciones deben ser respetadas para obtener mayor precisión en las medidas. Esto se debe a que los voltímetros son prácticamente resistivos y de alta resistencia. En los amperímetros o rama amperométrica del vatímetro, son inductivos, haciéndose necesaria una corrección debido al factor de potencia de los mismos, que muchas veces se desconoce. Además, cada instrumento debe contar con llaves que permitan ponerlo fuera de circuito o conectarlo a voluntad.

Las resistencias de contacto de las llaves, deben ser despreciables. Se tendrá especial cuidado en que ello se cumpla en las llaves que cortocircuitan las bobinas superométricas.

Los instrumentos usados por LEMIT llevan incorporadas clavijas que permiten conectar el amperímetro y la rama amperométrica del vatímetro con resistencia de contacto prácticamente nula.

INFLUENCIA DE LOS INSTRUMENTOS

No olvidemos que los instrumentos de medida son elementos perturbadores que están modificando las características del circuito, cuyos valores se pretende determinar. Sin embargo, y con fines prácticos, es suficiente que los instrumentos cumplan con una serie de requisitos para obtener resultados aceptables. Así, por ejemplo, los instrumentos conectados en paralelo con la lámpara, no deben afectar en más del 3% del valor de la corriente de aquélla.

La caída de tensión en los instrumentos conectados en serie con la lámpara debe ser menor que el 2% del valor de la tensión en la misma. Para obtener adecuación en las medidas, los instrumentos a utilizar deben ser de una

precisión inferior al 0,5 %, verificada en 50 y 800 ciclos por segundo, requisito que se fija a los efectos de tener en cuenta la distorsión de la onda de tensión y de corriente, presente en el circuito de la lámpara. Los alcances de los instrumentos seleccionados, deben ser tales que permitan realizar las lecturas en el tercio final de la escala.

Los tipos de instrumentos utilizados en dicho circuito dependen del valor del parámetro que se desea medir. Son aconsejables los instrumentos del tipo electrodinámico, electrostático, hierromóvil, calibrado en corriente alterna da o térmico, lógicamente con las limitaciones debida a sus características. No es recomendable utilizar elemento a rec tificador o electrónico, debido a que su indicación no es proporcional al valor eficaz de una onda distorsionada, sino que depende, en general, del valor medio o de pico de la mis ma. En los ensayos realizados, en el LEMIT se han utilizado instrumentos del tipo electrodinámico clase 0,2.

ENSAYOS

Se han realizado ensayos sobre muestras de balas - tos para lámpara de vapor de mercurio de 400W. y 250W. Cabe proponer como "herramientas" de recepción o de rutina, los siguientes:

- 1) Corriente de arranque
- 2) Corriente de funcionamiento.
- 3) Tensión de lámpara.
- 4) Potencia de lámpara.
- 5) Regulación de potencia de lámpara.
- 6) Corriente de cortocircuito.
- 7) Consumo propio.
- 8) Calentamiento.
- 9) Ensayo dieléctrico.
- 10) Factor de cresta de onda de corriente.

11) Pérdidas magnéticas.

Los primeros cinco ensayos se realizan empleando el circuito descrito. Los alcances del amperímetro, como ya se señaló, deben ser tales que permitan medir la corriente de arranque y de funcionamiento, en el tercio final de la escala.

Dos son las formas de operar para determinar los valores. Un método consiste en intercalar cada instrumento en forma individual cuidando regular la tensión de alimentación al valor nominal en el momento de efectuar la lectura. El otro, de menor precisión, es el llamado fotométrico. En él las lecturas se realizan en forma simultánea en todos los instrumentos. Para ello es necesario disponer de una célula fotoeléctrica que determine el flujo luminoso emitido por la lámpara con 220 V. de entrada antes de intercalar los instrumentos en el circuito y luego volver a ajustar la tensión de línea, al conectar todos los instrumentos hasta obtener el mismo valor del flujo luminoso leído inicialmente en un galvanómetro o microamperímetro de suficiente sensibilidad. De esta manera es posible compensar el efecto producido por la presencia de los instrumentos en el circuito de la lámpara.

PARAMETROS ELECTRICOS

La norma B.S.I. 3707-64 fija como requisitos de corriente y potencia en lámpara lo siguiente: "el balasto trasmitirá a una lámpara de referencia adecuada, una potencia no menor del 92 % y una corriente no mayor del 115 % de los correspondientes valores suministrados a la misma lámpara por un balasto patrón, en tensión y frecuencia nominales".

Para la regulación de potencia en lámpara dicha norma, fija que, cuando se suministra una tensión de entrada del 92 %, la potencia de la lámpara debe ser superior al 88% de la del balasto patrón. Cuando la tensión de línea es del 106 %, en la lámpara debe haber una potencia menor que el 109 % con respecto al balasto patrón. De estas prescripciones, surge que de los tres parámetros eléctricos de la lámpara, se fijan dos como los principales responsables de la sa-

lida luminosa de la misma. Por lo tanto, se hace crítico el cumplimiento simultáneo de ambos, Si esto ocurre, quedará fijado automáticamente el valor de la tensión de lámpara en cada caso.

CORTOCIRCUITO Y ARRANQUE

En el momento de arranque la lámpara presenta una resistencia muy baja, de manera que la fuente de alimentación debe soportar, prácticamente, un cortocircuito en el momento de encendido de la misma. El balasto es el encargado de limitar esa corriente. Así por ejemplo: la norma inglesa fija para lámparas de 400 W corriente de cortocircuito comprendida entre 4,65 y 7,14 Amperios. Para lámparas de 250 W, entre 2,76 y 4,52 Amperios. La exigencia es amplia. En cuanto la corriente de cortocircuito, se mide en un circuito convencional de conexión de lámpara, reemplazando la misma por un amperímetro. Los valores medidos en los ensayos, deben cumplir con la exigencia anterior. Se comprobó prácticamente que las corrientes de arranque son ligeramente menores que las de cortocircuito.

Estos resultados son lógicos, puesto que la lámpara en condiciones de arranque presenta cierta resistencia. Nunca se comporta como un cortocircuito franco, excepto en condiciones anormales.

CONSUMO PROPIO

El consumo propio de un balasto, refleja las bondades de un correcto diseño y calidad de los materiales que lo compone. Es decir, que menor consumo propio corresponde a mayor calidad. Estos valores se pueden medir:

- 1°) Por diferencia, entre la potencia total suministrada al circuito, menos la potencia de lámpara.
- 2°) Por medida directa en el circuito que incluye la lámpara.

3°) Por medida directa en un circuito sin lámpara.

En el primer método es necesario disponer de dos vatímetros, uno que mida la potencia total y otro la de lámpara. No se recomienda, porque los errores pueden ser grandes. En el segundo caso el vatímetro está conectado en los extremos del balasto. En todos los casos, se debe realizar la medida, a corriente nominal. Los ensayos realizados utilizando los dos últimos métodos, muestran que el consumo propio medido en el circuito con lámpara, es siempre mayor en un 2 ó 3 %, que el medido en el circuito sin lámpara. Esto se explica, teniendo en cuenta que las características eléctricas de ambos circuitos, no son semejantes, debido a la presencia de la lámpara en uno de ellos.

Además se han hecho ensayos, para un mismo balasto, variando los alcances voltimétricos del vatímetro, es decir, variando la resistencia interna del mismo. Las diferencias obtenidas fueron del mismo orden que el error de clase del instrumento.

En definitiva, se recomienda realizar la medida del consumo propio del balasto utilizando el circuito que reproduce las condiciones de trabajo. Las pérdidas de potencia o consumo propio en los balastos, pueden variar entre el cinco y el quince por ciento de la potencia de lámpara, dependiendo del tipo de uno y otra. Los valores medidos hasta el presente han oscilado entre el 5 y 7 % de la potencia de lámpara.

CALENTAMIENTO

Este ensayo, al igual que el anterior, da una idea de la calidad del balasto. La temperatura máxima permitida en la bobina es de 60 C. Este valor puede aumentar según la clase del aislante empleado. El ensayo debe realizarse en un ambiente de temperatura estable, libre de corriente de aire. La elevación de temperatura en la bobina se determina por el método de variación de resistencia.

La temperatura de régimen, se puede lograr, ha -

ciendo funcionar el balasto con su lámpara correspondiente en condiciones nominales, respetando corriente y potencia en lámpara. También se puede conectar solo, directamente a una fuente de tensión regulando la corriente a su valor nominal. Se han realizado ensayos utilizando estas dos variantes para un mismo balasto, habiéndose obtenido resultados semejantes.

ENSAYO DIELECTRICO

Este ensayo permite conocer el grado de seguridad que presenta el balasto. Consiste en aplicar una tensión alterna prácticamente sinusoidal de valor igual a 2.000 V. durante 1 minuto, entre los extremos de bobina unidos y toma de tierra, o un punto cualquiera de las chapas del circuito magnético si es abierto o caja si es del tipo estanco. En esas condiciones no se deben producir fallas.

CRESTA DE ONDA

Para tensión de línea de 220 V. la relación entre el valor de pico de la corriente de funcionamiento de lámpara y su valor eficaz no debe exceder de 1,7. Una onda de corriente, distorsionada con respecto a una sinusoidal del mismo valor eficaz produce una disminución de la potencia en la lámpara. De ahí la importancia de conocer este parámetro y verificar que no pase del valor establecido.

La determinación del factor de cresta de corriente, se puede hacer, utilizando un amperímetro electrodinámico, una resistencia ohmica pura y un osciloscopio. Previamente se debe calibrar la escala del osciloscopio haciendo pasar por la resistencia una corriente sinusoidal del mismo valor eficaz que la corriente nominal de la lámpara.

PERDIDAS MAGNETICAS

Este ensayo sirve para comprobar el correcto funcionamiento del balasto, en aquellos casos, en que se lo coloca dentro de cajas o receptáculos de hierro. La presencia de chapas de hierro junto al balasto puede modificar las características eléctricas del mismo.

El ensayo se efectúa, colocando una chapa de hierro dulce contra cualquiera de las superficies exteriores del balasto en funcionamiento, cuidando que la corriente de lámpara no se modifique en más del 2 %. La chapa debe tener 1 mm de espesor y una superficie mayor que el área proyectada de la superficie del balasto contra la cual está colocado.

ADVERTENCIA

Los ensayos comentados son los propuestos para recepción o control de balastos para lámparas de vapor de mercurio. Si se trata de ensayos de prototipos será necesario agregar a los ya expuestos, aquellos de larga duración, tales como: ensayo de vida, absorción de humedad y otros, cuyo tiempo de ejecución demanda semanas.